

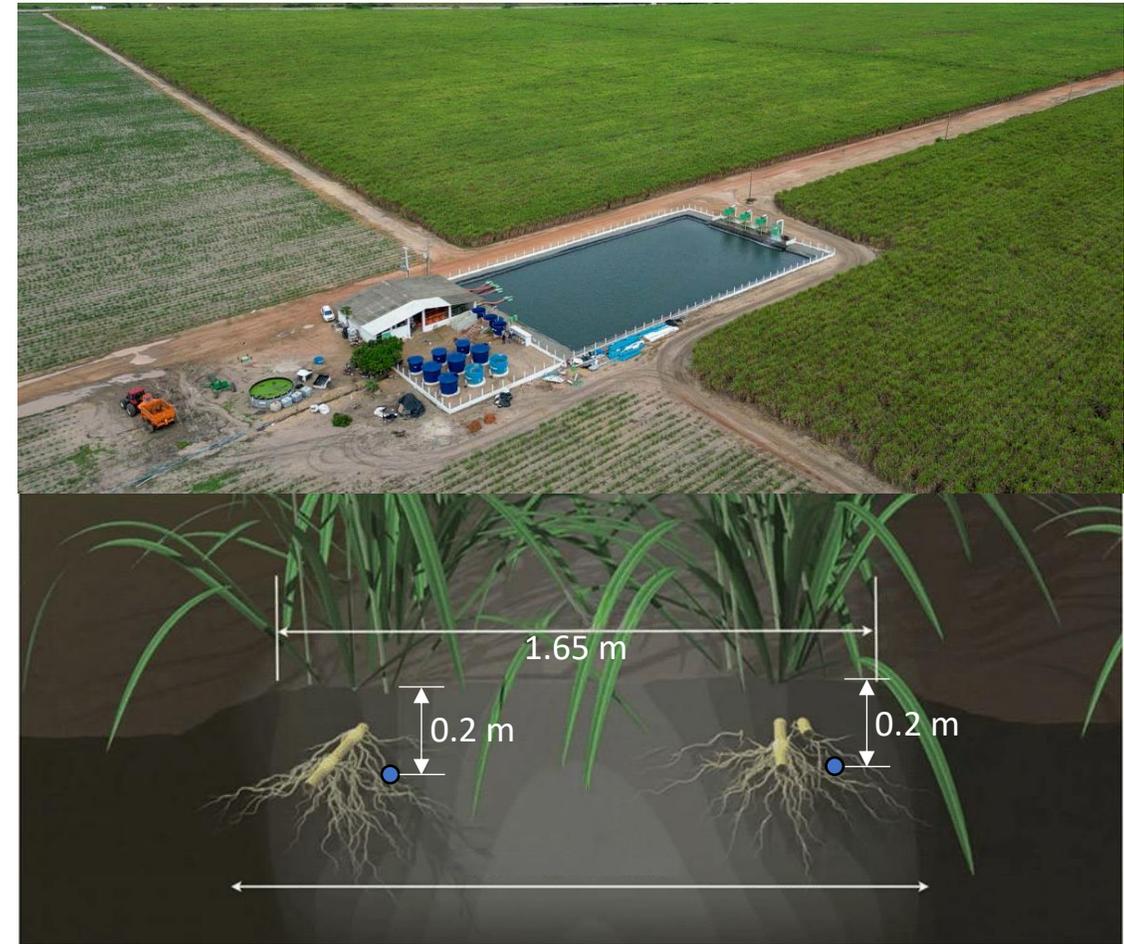
# Sistemas de riego por goteo para el cultivo de la caña en el valle del rio cauca





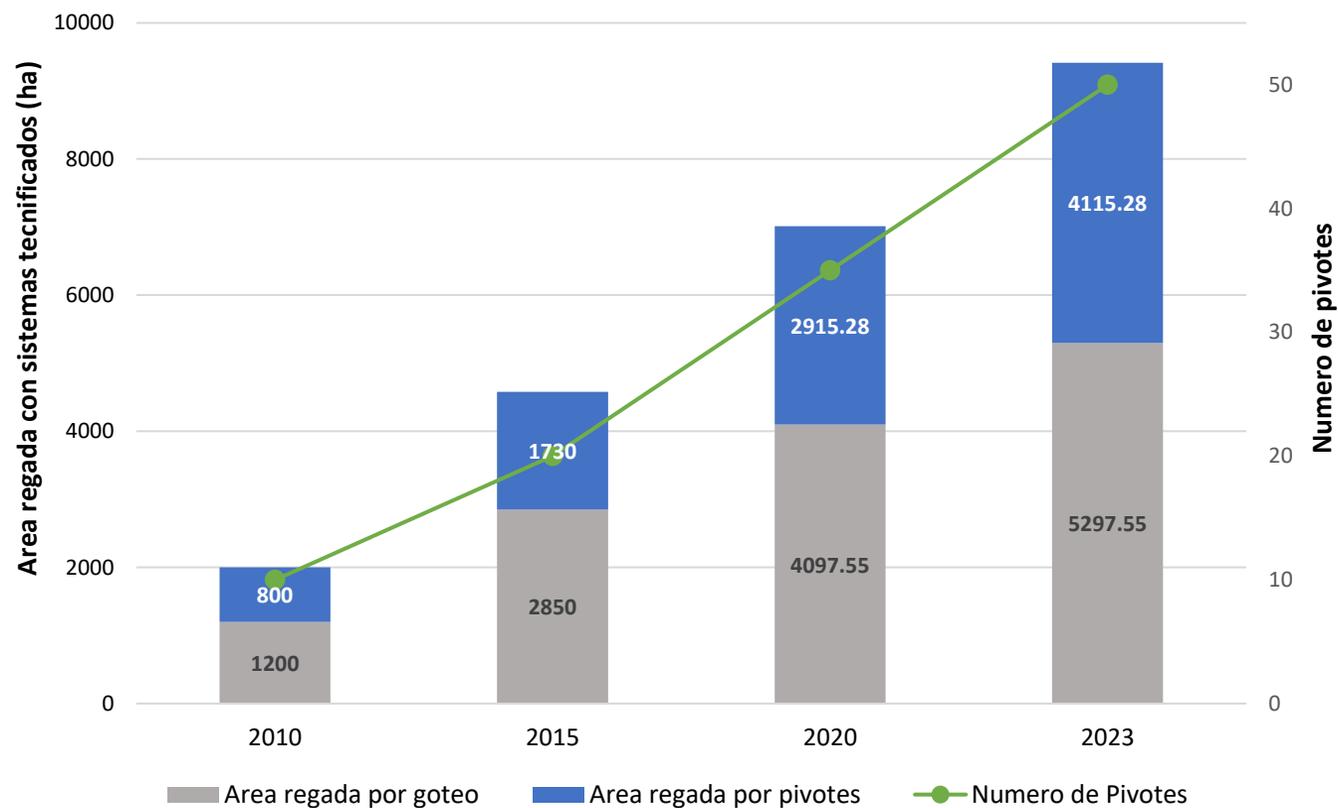
## El riego por goteo en el valle del rio Cauca.

- ¿Cuánto cuesta regar por goteo?
- Eso es muy caro regar por goteo
- Eso es muy difícil de operar
- ¿Cuánto tiempo dura el sistema de riego por goteo?
- ¿Eso si se paga?
- ¿Cuánto me aumenta la productividad?
- ¿En cuánto tiempo lo pago?
- Eso lo instala el que tiene plata





# El riego por goteo en el valle del río Cauca.





# Importancia del agua en la productividad del cultivo

**Clima**



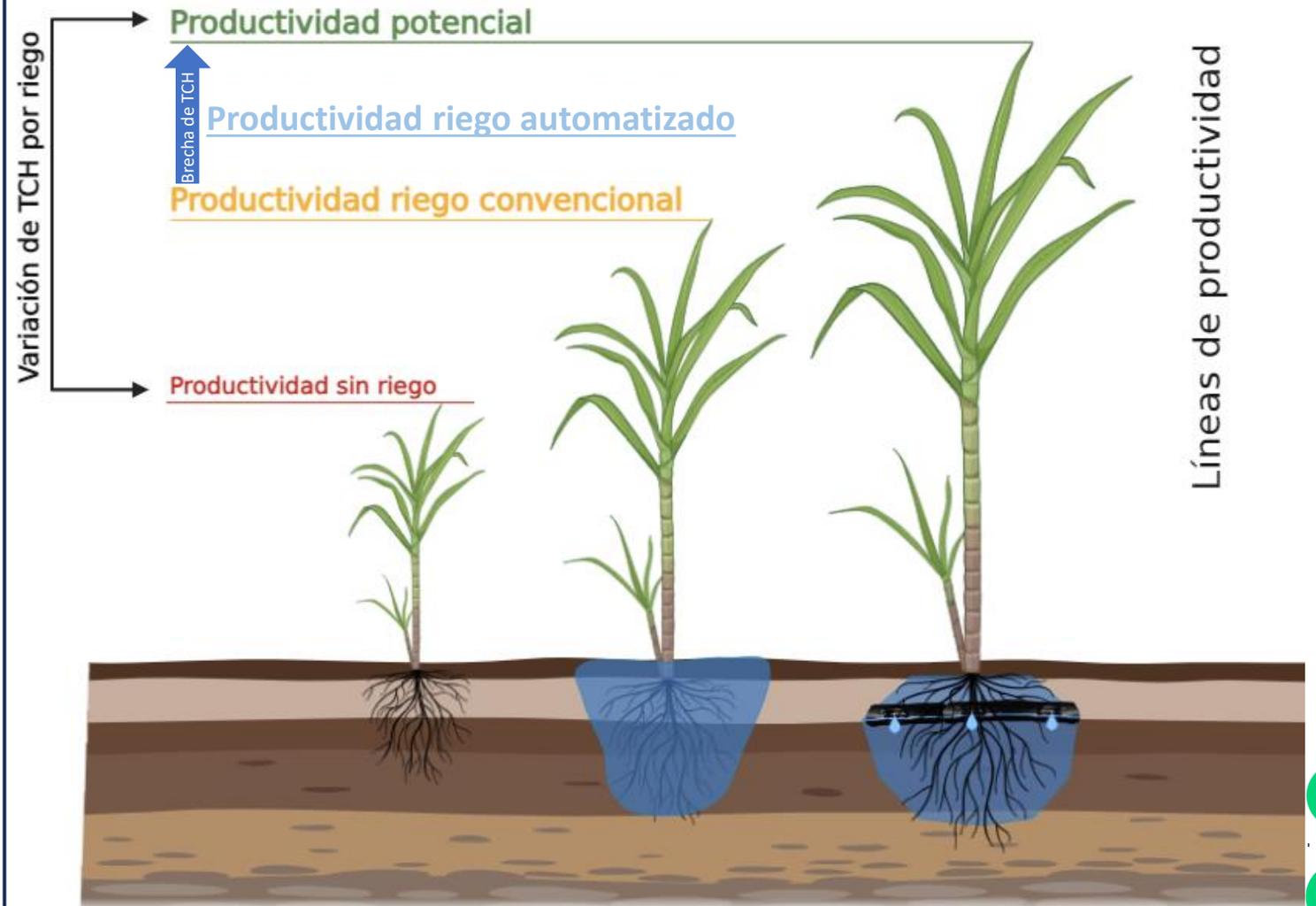
**Cultivo**



**Suelo**

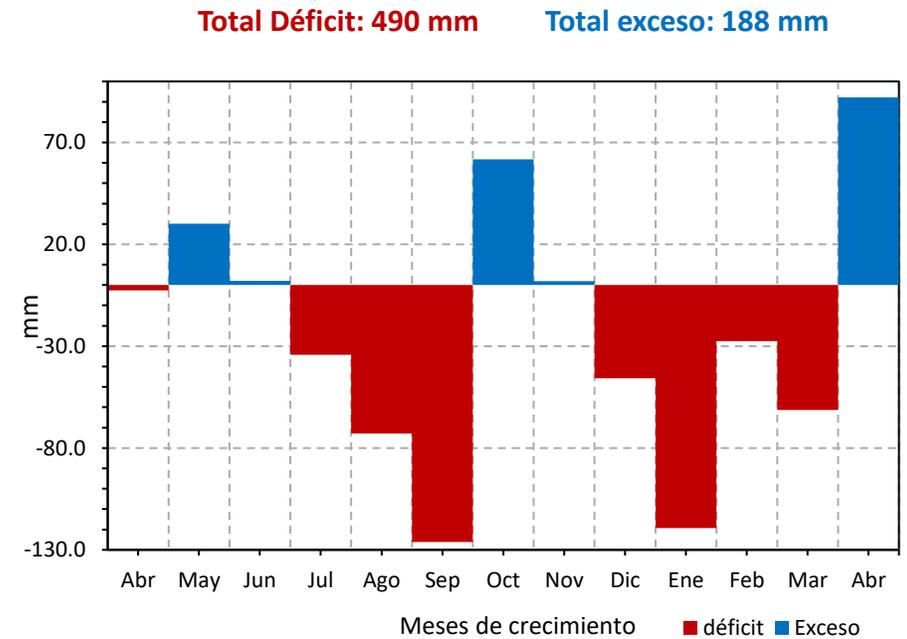
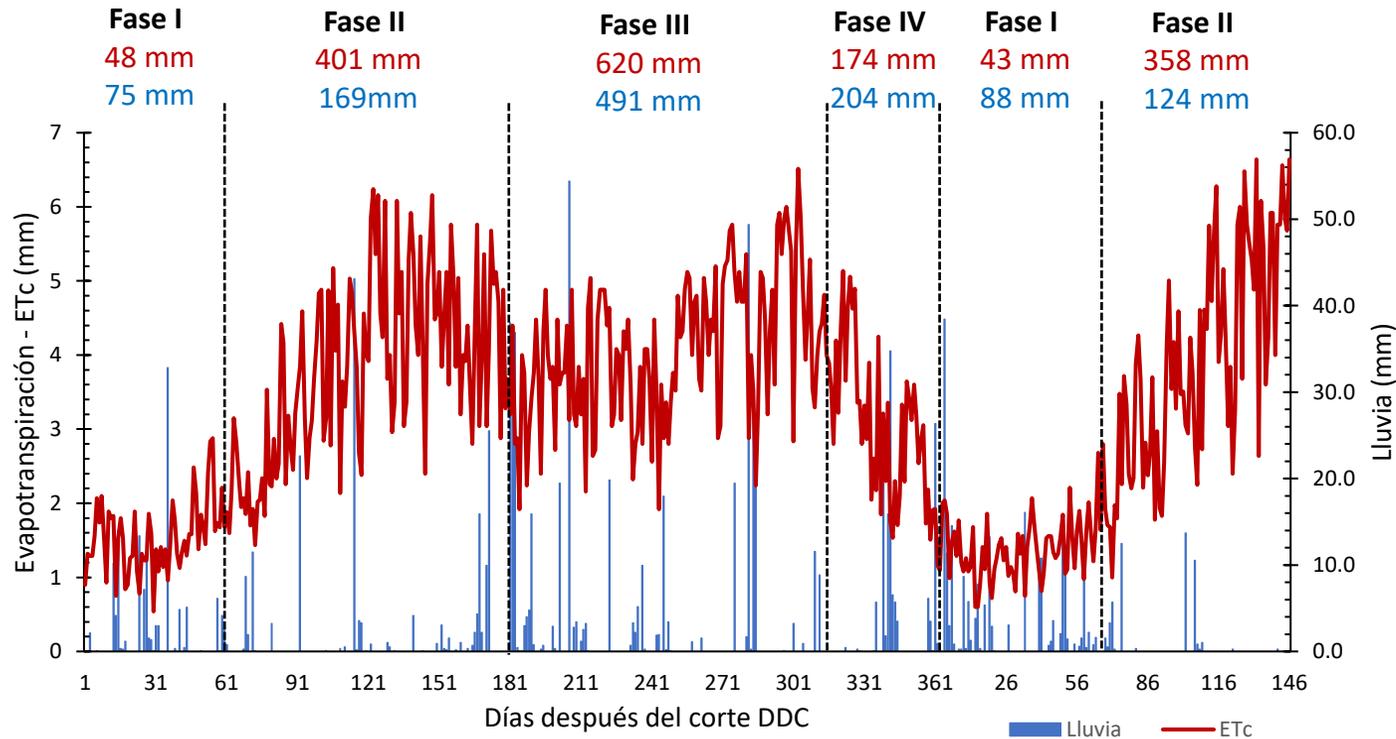


**Manejo**



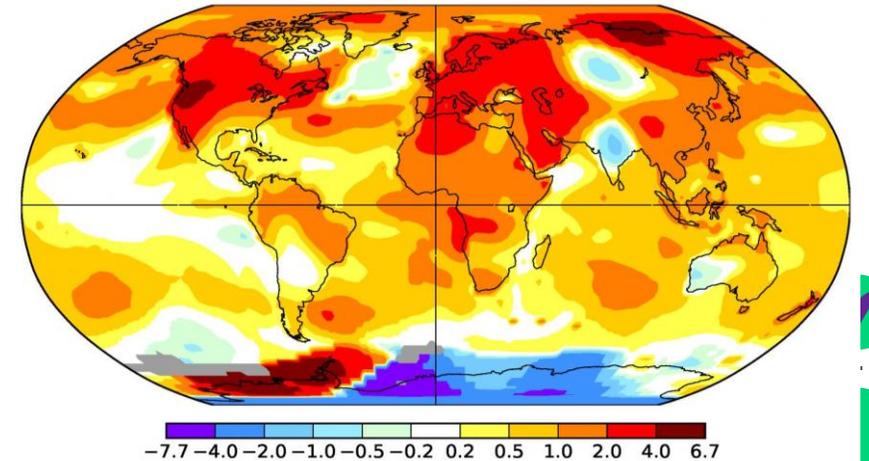
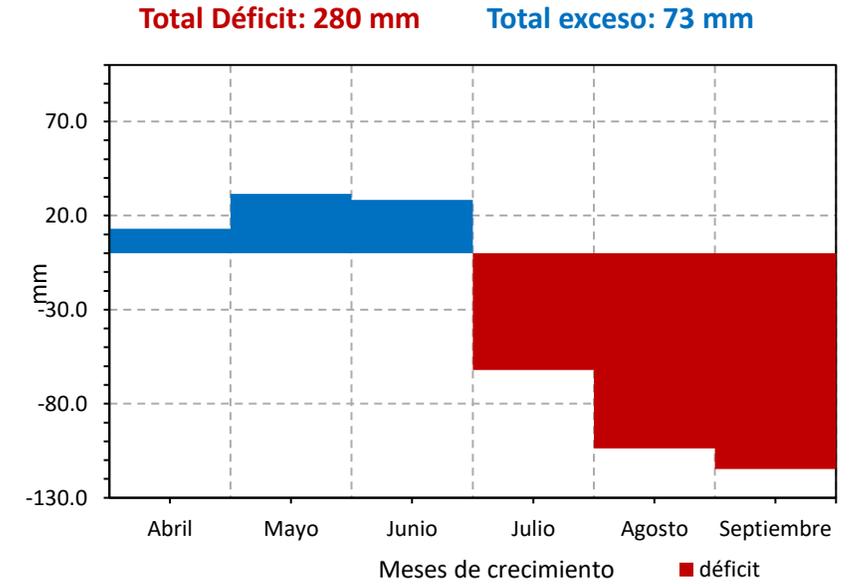
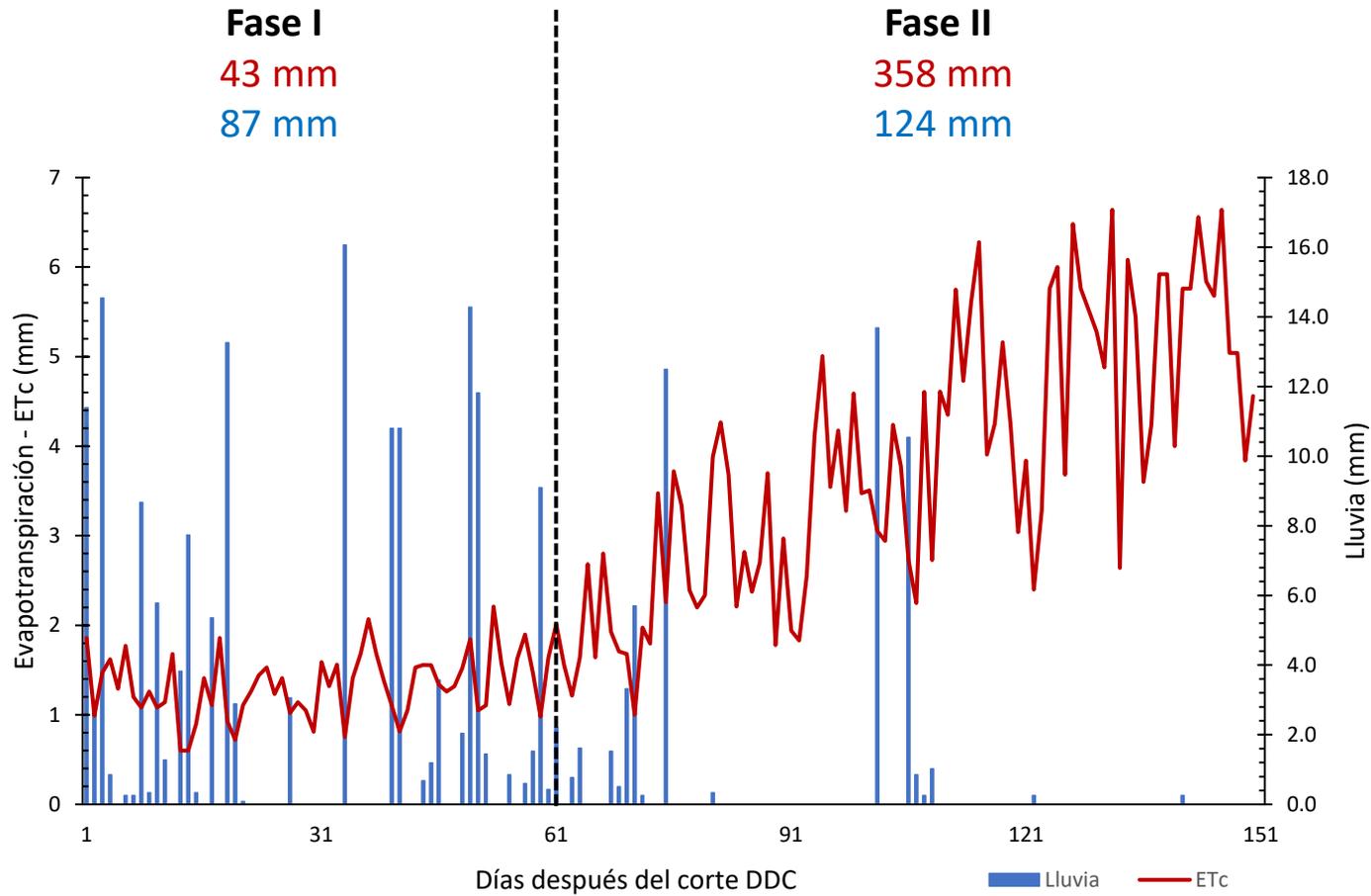


# Balance hidrológico en el cultivo de la caña





# ¿Cuanto cuesta un sistema de riego por goteo?



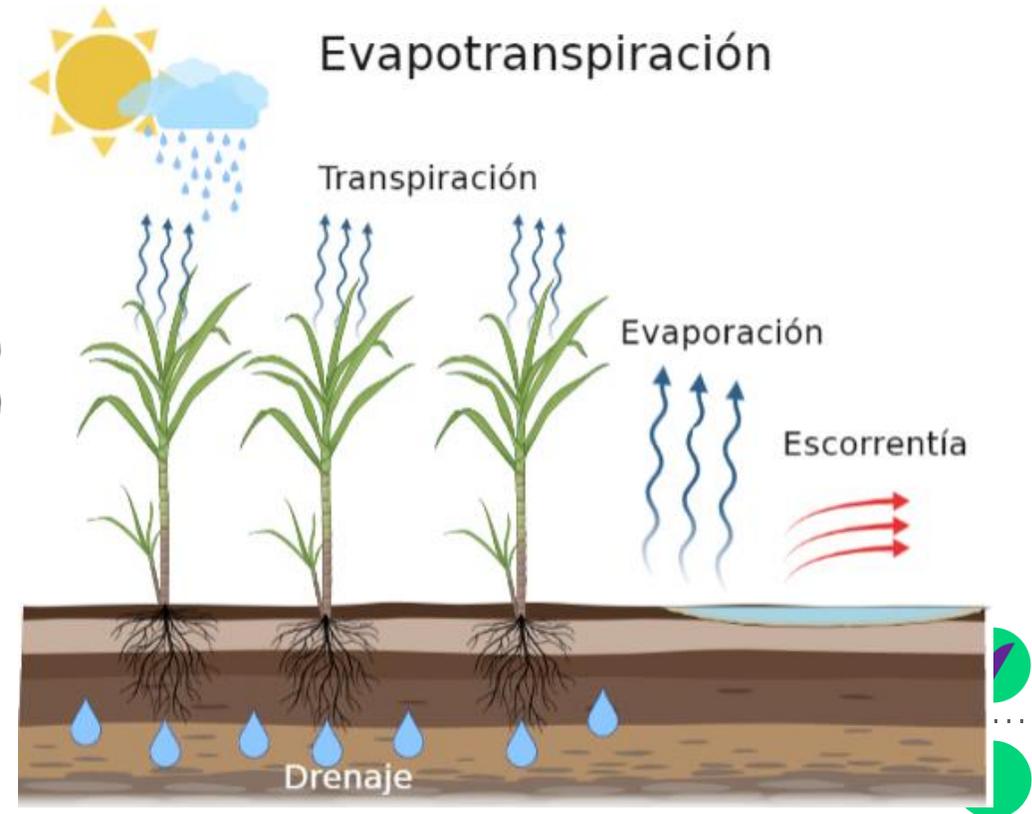


# ¿Como manejar el agua en sistemas de riego por goteo?

## Sensores en el suelo



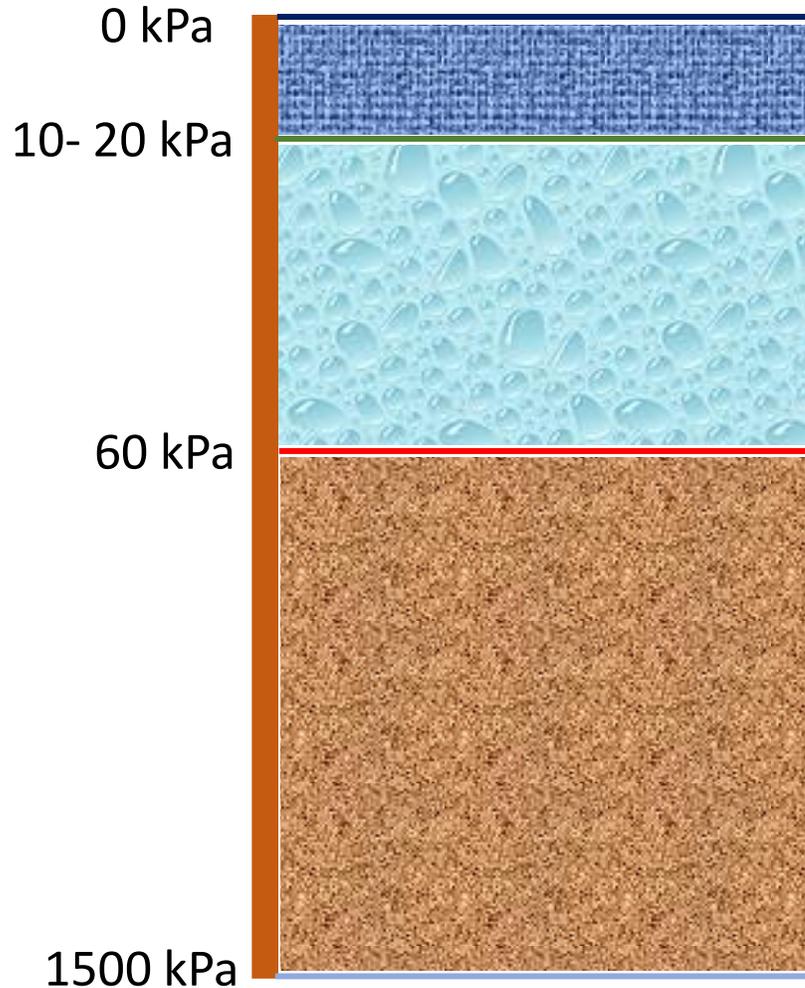
## Balance hídrico



**VS**



# ¿Como manejar el agua en sistemas de riego por goteo?

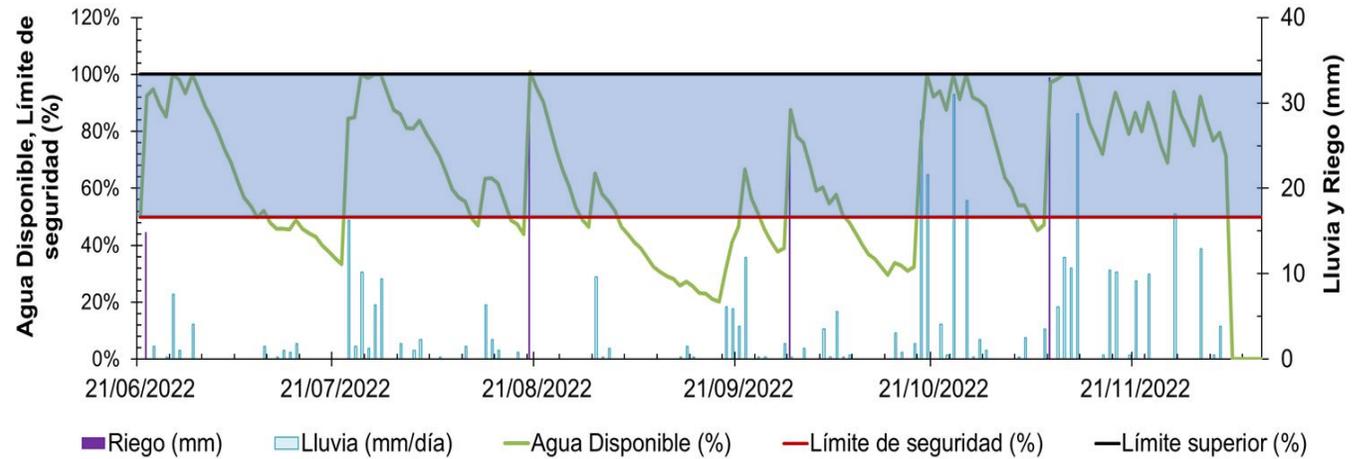


PS

CC

f

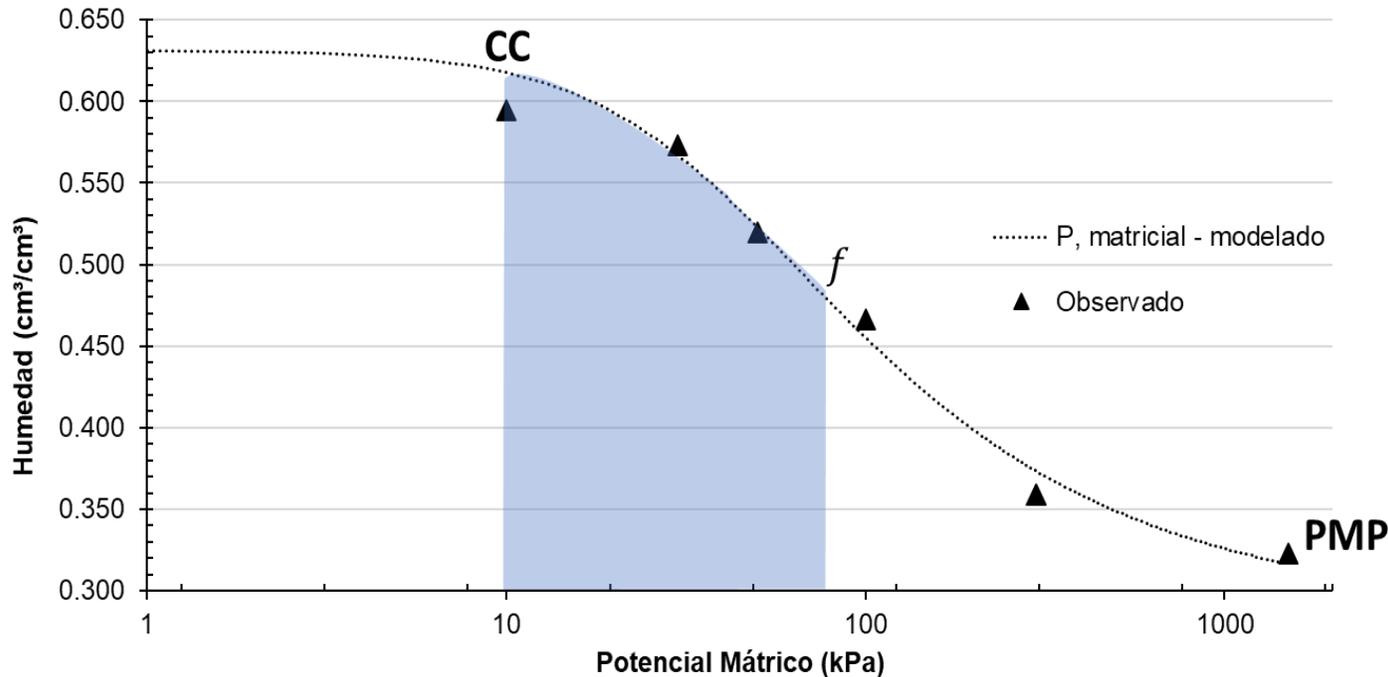
PMP





# Manejo del riego por goteo usando sensores de suelo

## Determinación de la Lámina de Agua Aprovechable (LAA)



$$LAA_{mm/cm} = \frac{\%H_{CC} - \%H_{PMP}}{10}$$

$$LARA_{mm/cm} = LAA * f$$

LAA= 1.2 mm/cm

LARA= 0.6 mm/cm



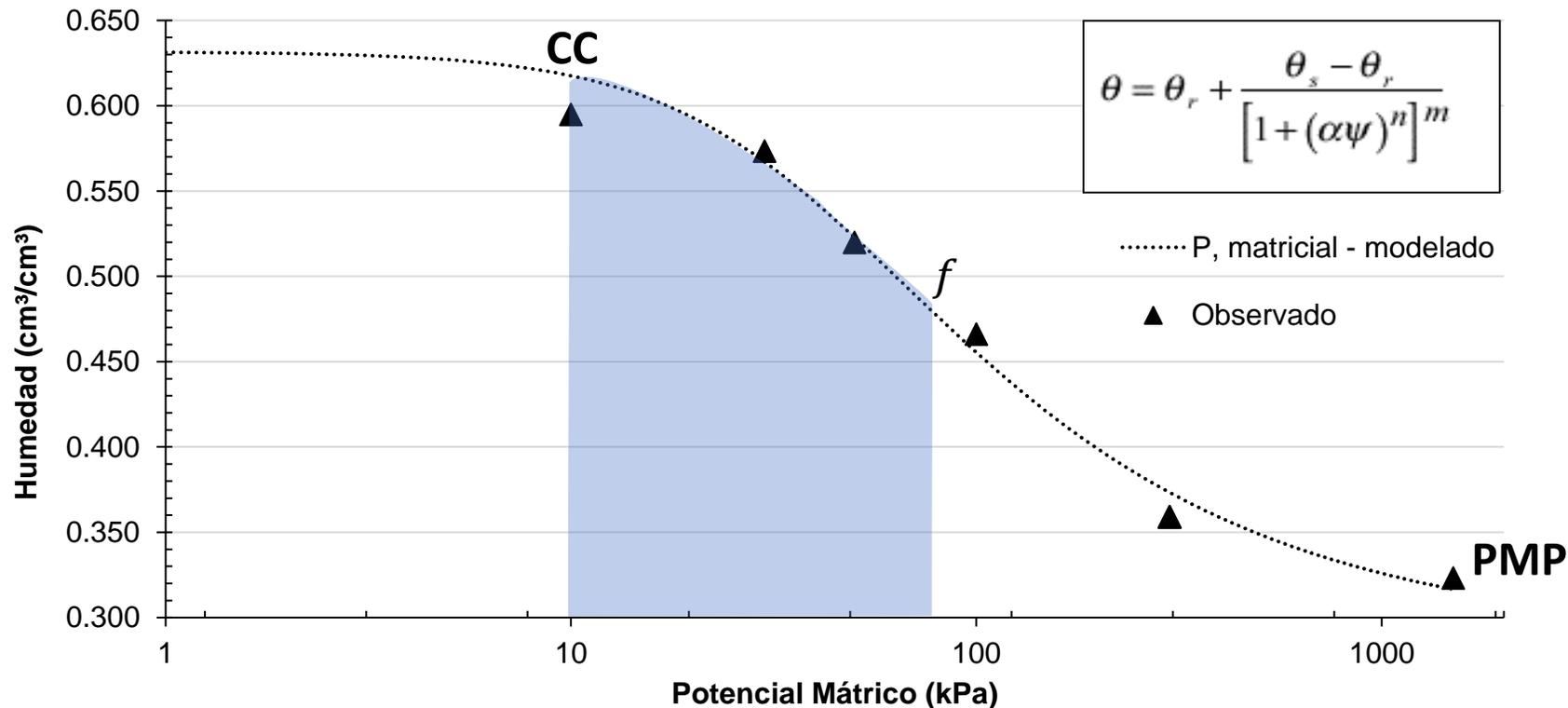
Determinar la LARA en el área donde están instalados los pivotes es el primer paso para realizar un buen manejo del riego usando el balance hídrico





## Manejo del riego por goteo usando sensores de suelo

### Creación de la curva de retención de humedad para este suelo



#### ❖ Parámetros físicos de Van Genuchten

|            |        |
|------------|--------|
| $\alpha$   | 0.026  |
| $m$        | 0.3970 |
| $n$        | 1.658  |
| $\theta_r$ | 0.286  |
| $\theta_s$ | 0.632  |



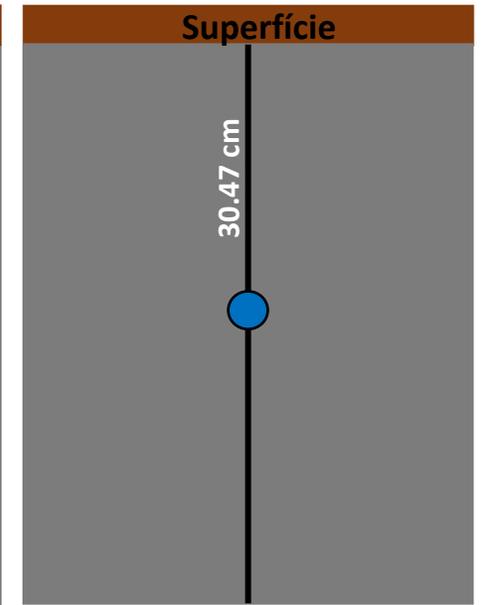
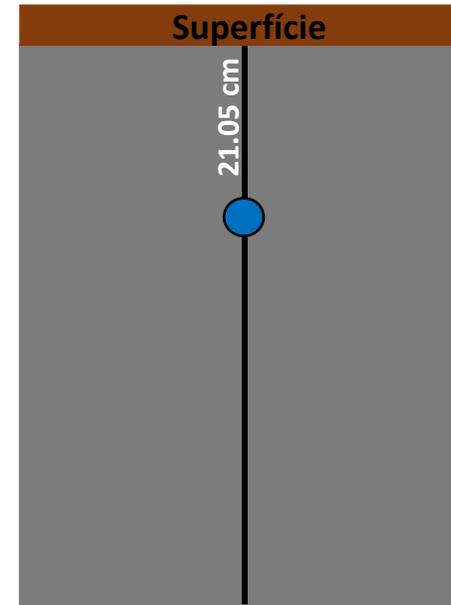
MARQUELLI et al., 2011 indican que la información proporcionada en estas curvas de retención de agua es de gran utilidad para la gestión del riego ya que permiten determinar el momento del riego y la cantidad de agua que se debe reponer.





# Características de la instalación de un sistema de riego enterrado

## Profundidades de instalación del sistema - Inicial



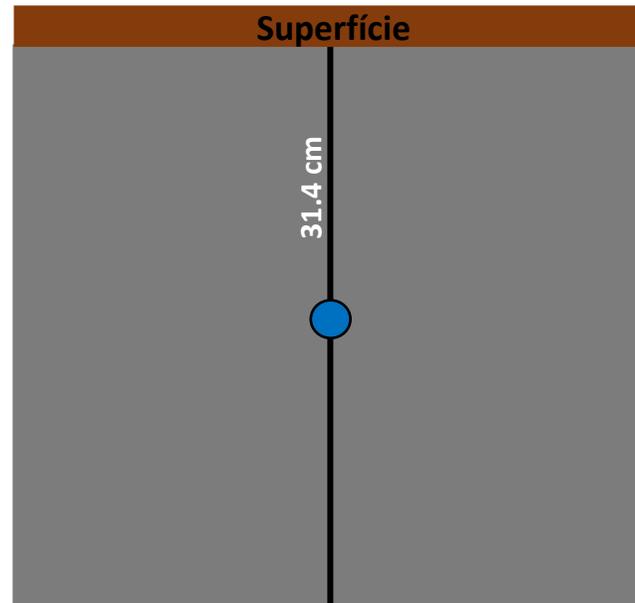
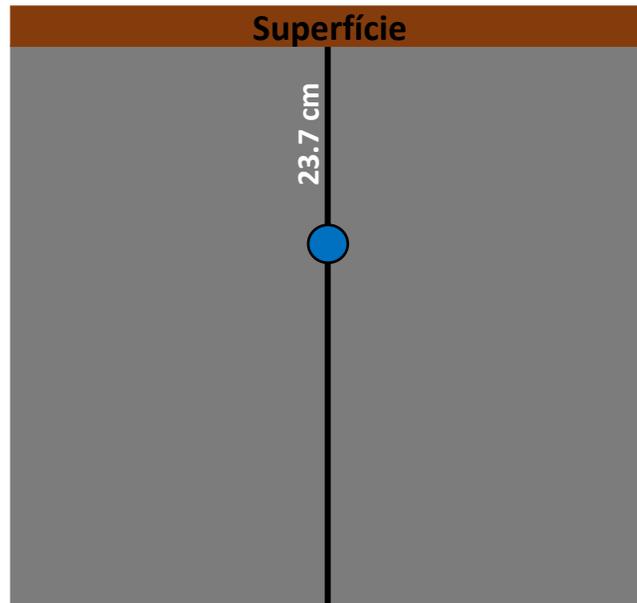
El gráfico muestra los riegos realizados con la cantidad requerida por la caña y sin dejar sobrepasar el límite del factor de seguridad ( $f$ ) del cultivo.





# Características de la instalación de un sistema de riego enterrado

## Profundidades de instalación del sistema - Postcorte



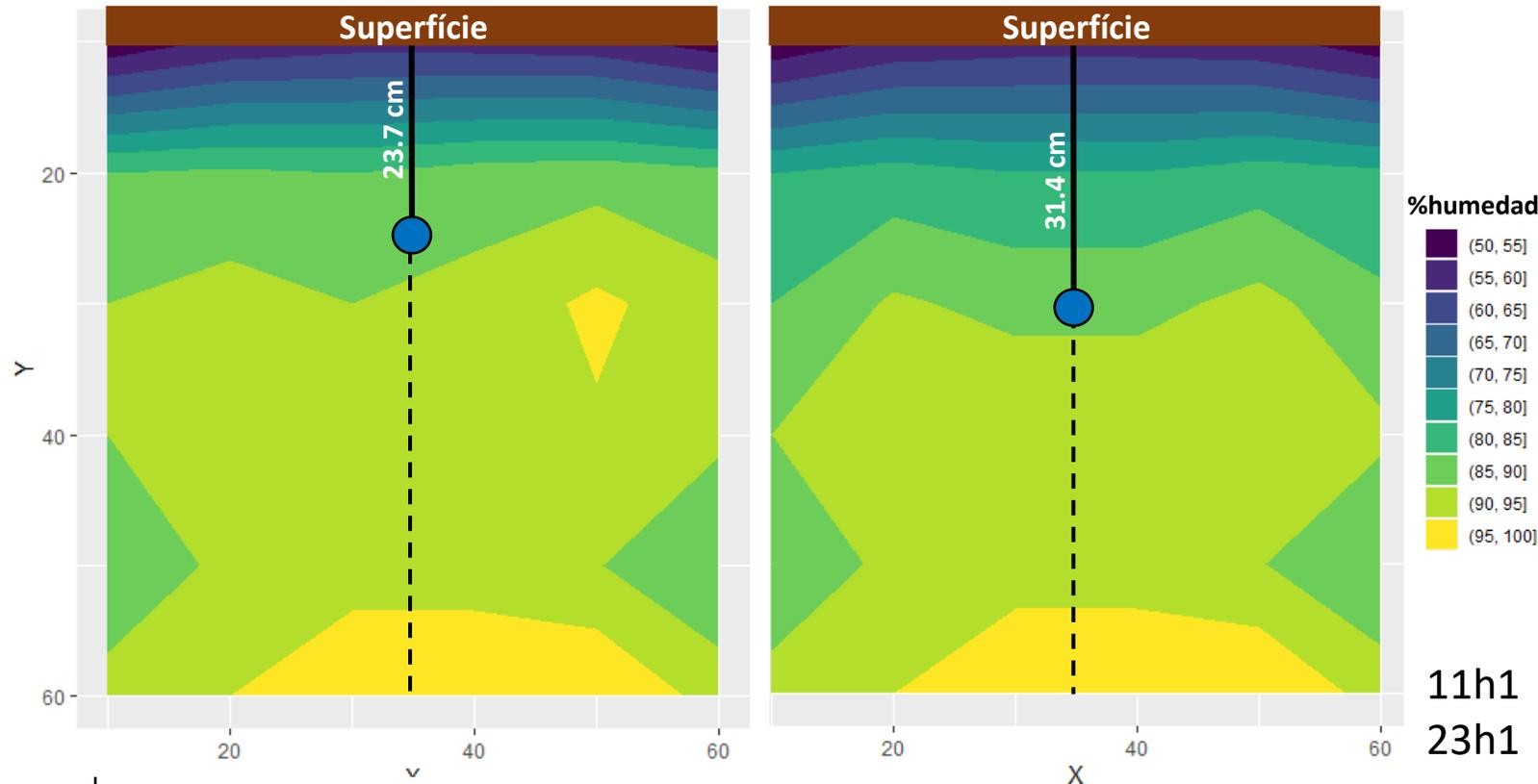
El gráfico muestra los riegos realizados con la cantidad requerida por la caña y sin dejar sobrepasar el límite del factor de seguridad ( $f$ ) del cultivo.





# Comportamiento hidrofísico del agua en el suelo

## Bulbo húmedo formado en las profundidades



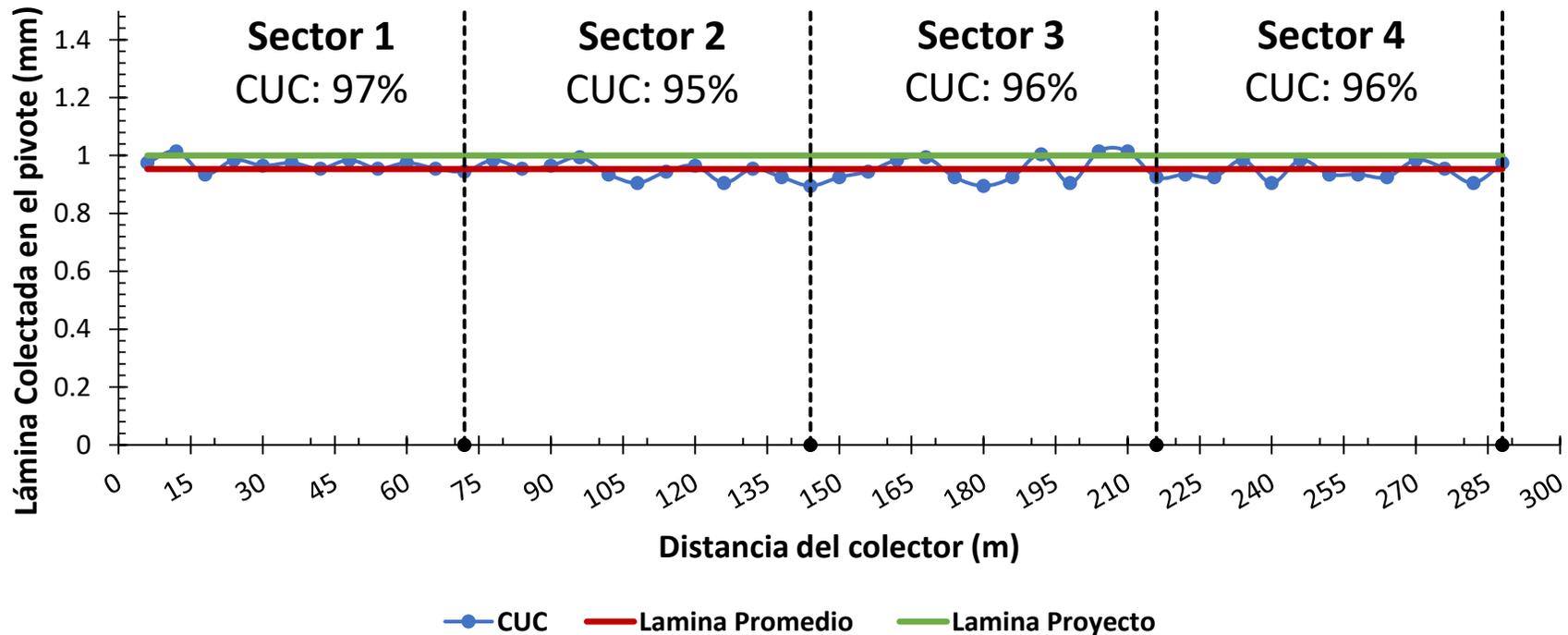
El gráfico muestra los riegos realizados con la cantidad requerida por la caña y sin dejar sobrepasar el límite del factor de seguridad ( $f$ ) del cultivo.





## Comportamiento hidráulico del sistema de riego

### Coeficiente de uniformidad del sistema post primer corte



El gráfico muestra los riegos realizados con la cantidad requerida por la caña y sin dejar sobrepasar el límite del factor de seguridad ( $f$ ) del cultivo.

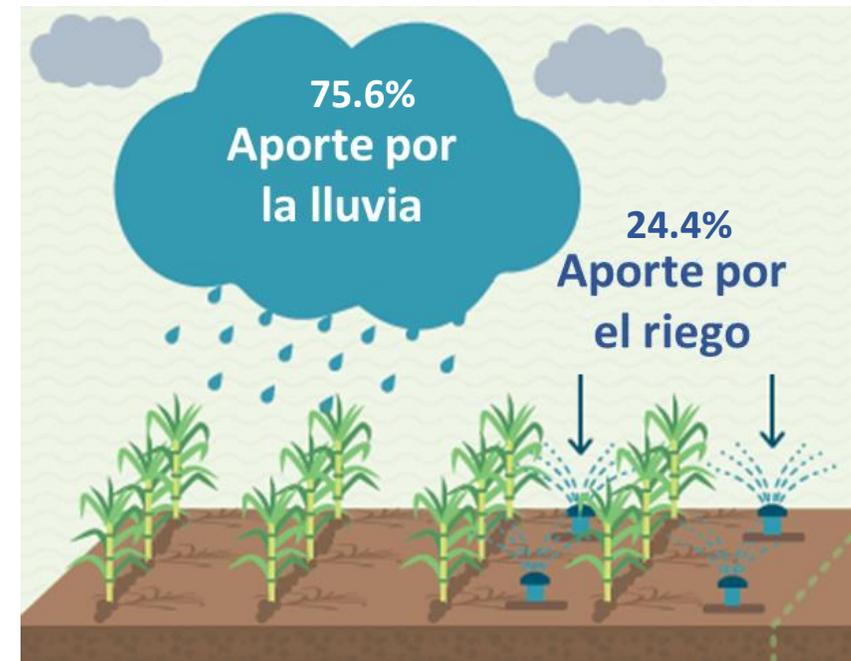




## Estimativa de los requerimientos hídricos

### Balance hídrico realizado durante el ciclo del cultivo

|                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| Fecha de plantio =   | 19/09/2022      |
| Fecha del Corte =    | 30/08/2023      |
| ETo total =          | 1655.2 mm/safrá |
| ETc total =          | 1100.8 mm/safrá |
| ETa total =          | 892.0 mm/safrá  |
| Lluvia Total =       | 1322 mm/safrá   |
| Riego neto =         | 269 mm/safrá    |
| Riego bruto =        | 296 mm/safrá    |
| Eficiencia del riego | 91% %           |
| Lluvia aprovechada = | 832.1 mm/safrá  |
| Lluvia aprovechada = | 63% %           |
| Ciclo =              | 345 días        |
| ETo média =          | 4.8 mm/día      |
| ETc média =          | 3.2 mm/día      |



Se determinaron las láminas de riego que debían ser aplicadas en cada evento de riego y se encontró que se aplicaron láminas mayores a las requeridas.





# Manejo del riego y la fertirrigación

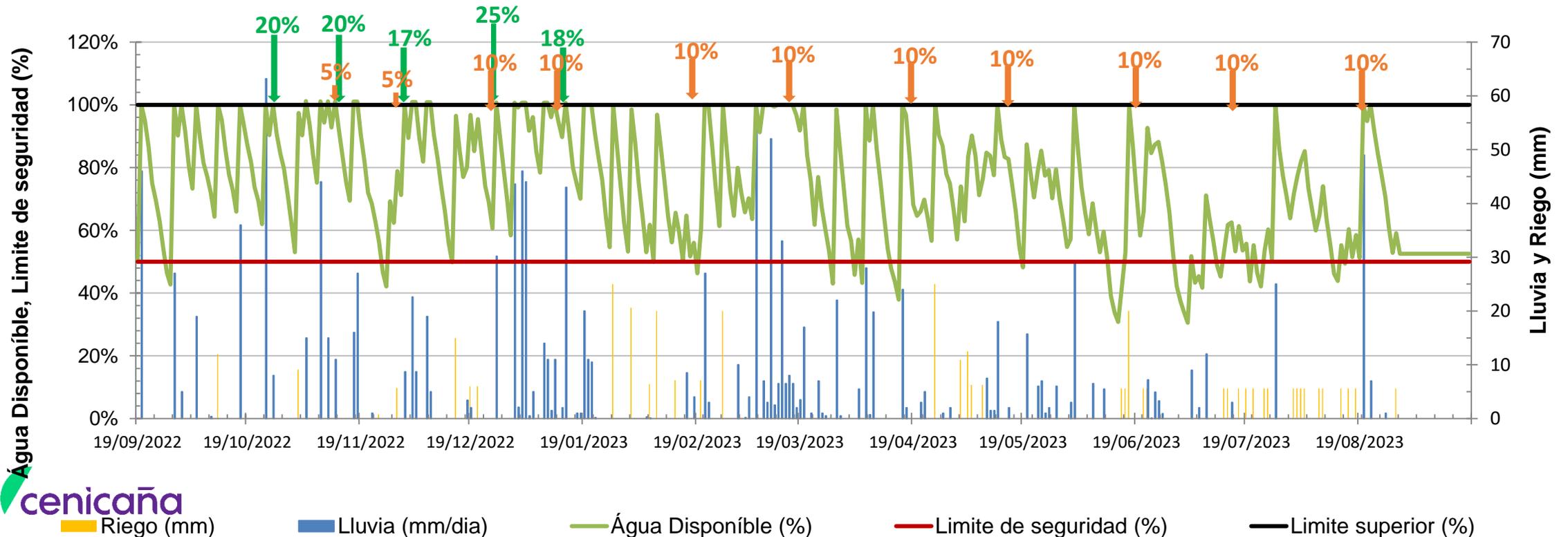
## Balance hídrico para el riego por goteo

**Urea requerida: 5.32 Bultos**

Días: 35, 55, 75, 95, 115

**KCL requerido: 3.52 bultos**

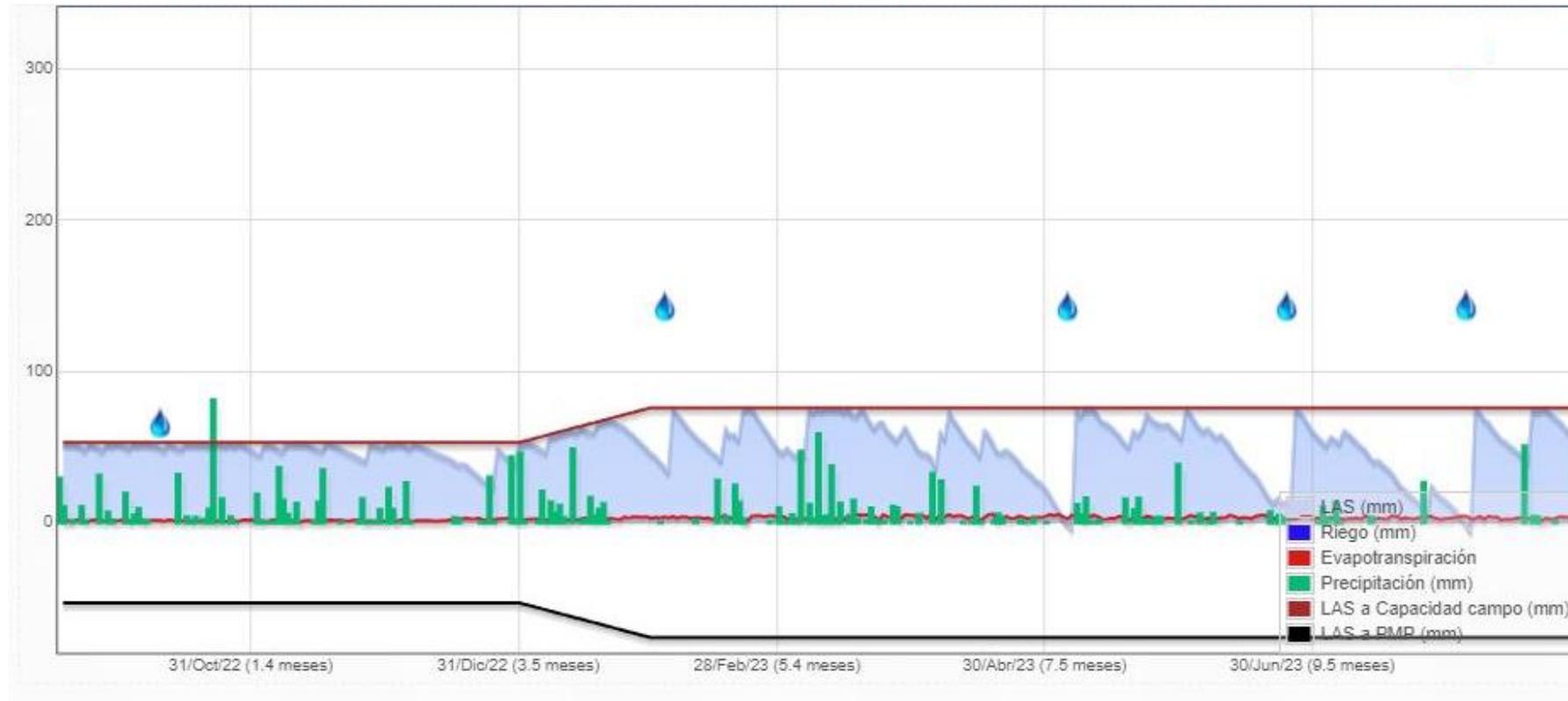
55, 75, 95, 115, 150, 180, 210, 240, 270, 280, 310





# Manejo del riego y la fertilización convencional

## Balance hídrico para el riego convencional



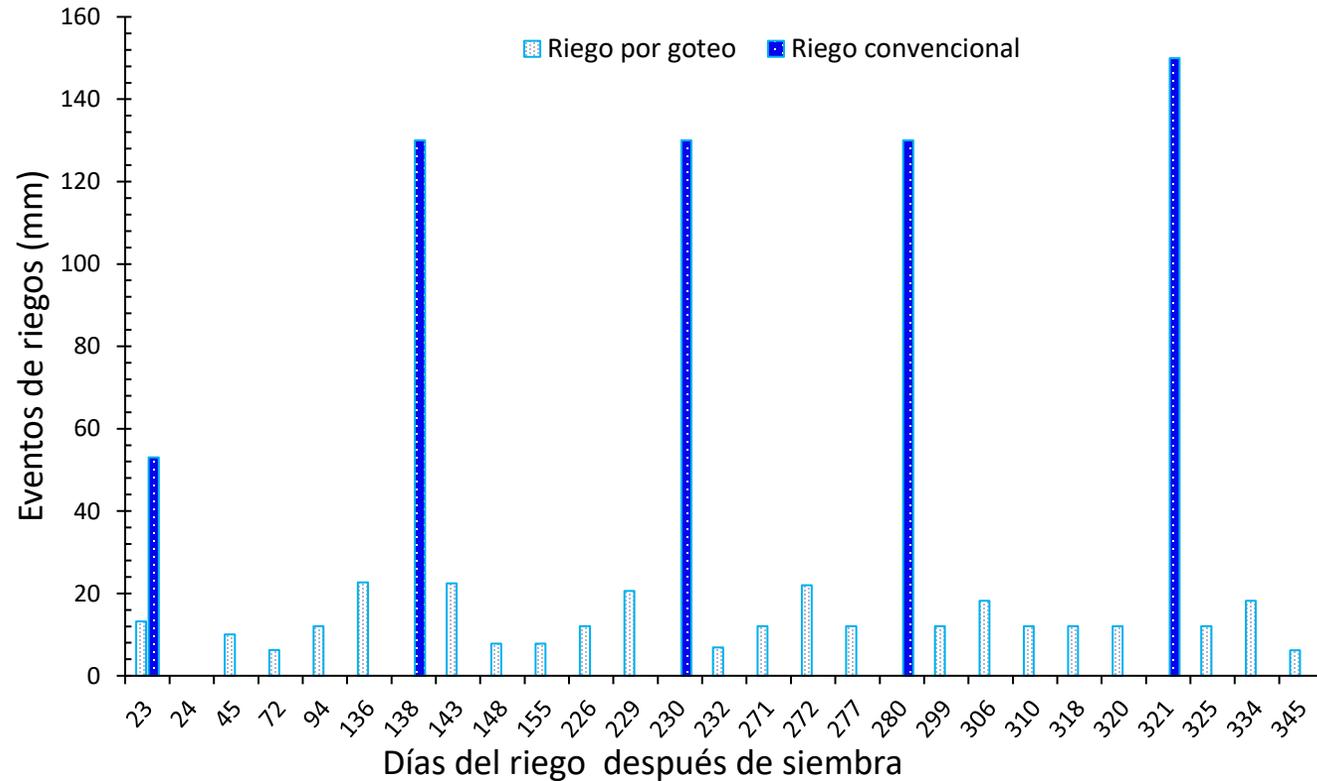
En algunas temporadas el riego no se realizó oportunamente y el agua disponible en el suelo estuvo por debajo del límite del factor de seguridad (f).





# Manejo del riego en goteo y convencional

## Comparativo de los riegos aplicados en los tratamientos



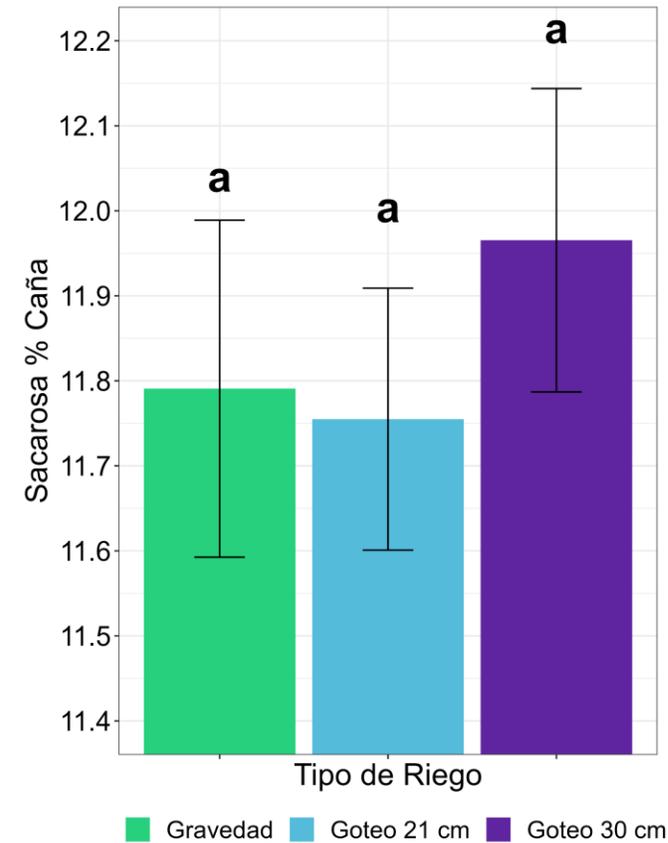
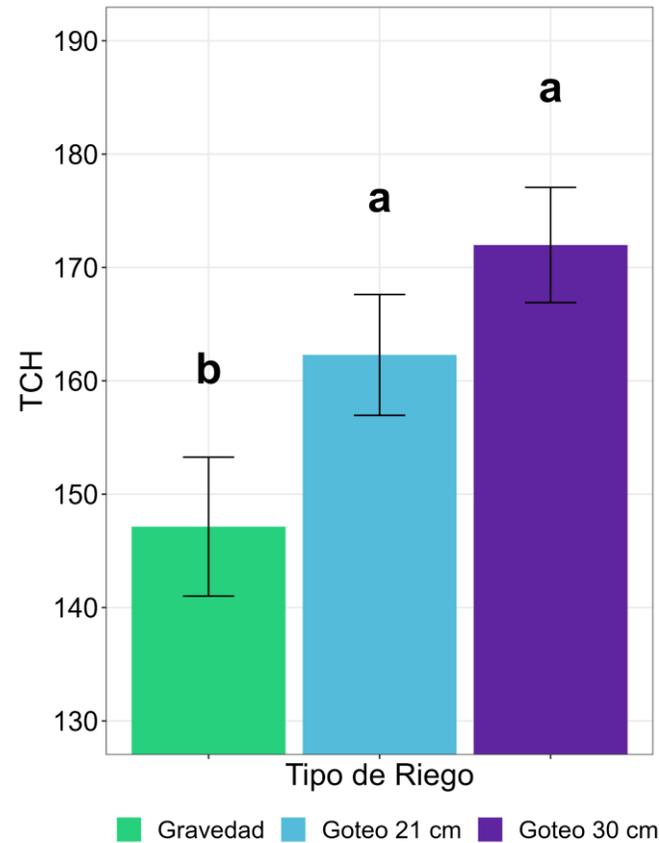
En total se aplicaron 541 mm durante el ciclo vs 450 mm que se debían aplica, esto representa un exceso de 91 mm durante todo el ciclo.





# Productividad alcanzada comparando los sistemas de riego

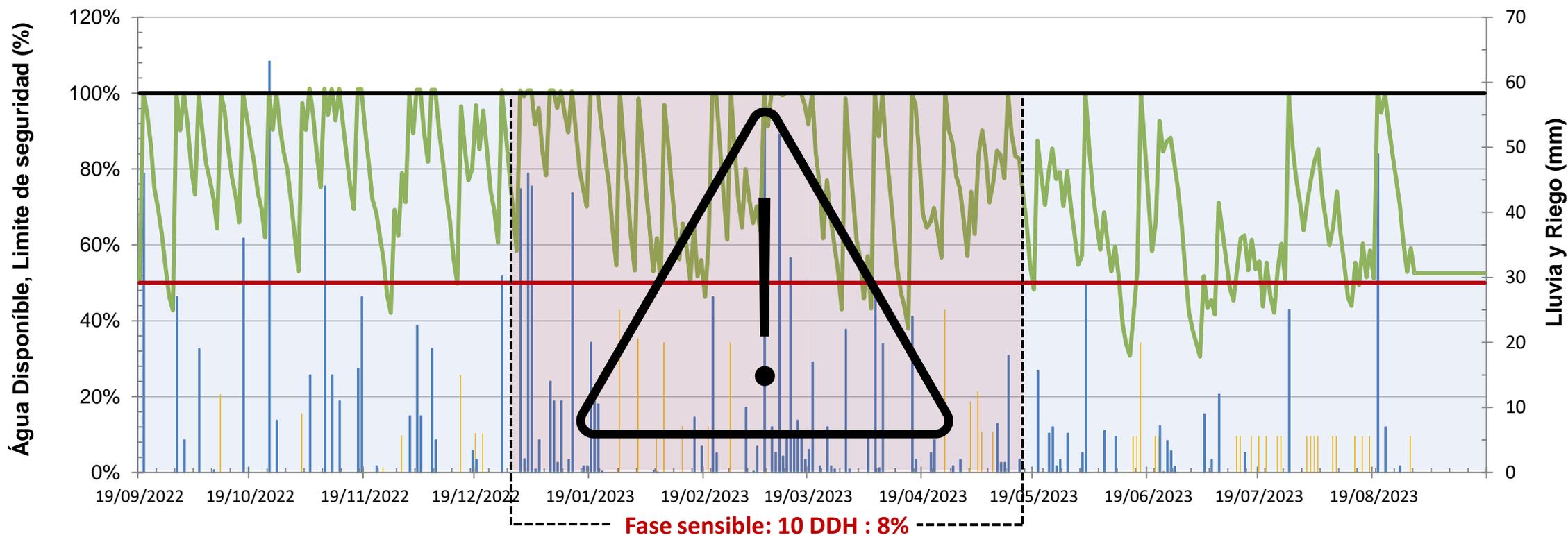
## Comparativo de productividad en los tratamientos





# Manejo del agua en el suelo con sistema de riego por goteo

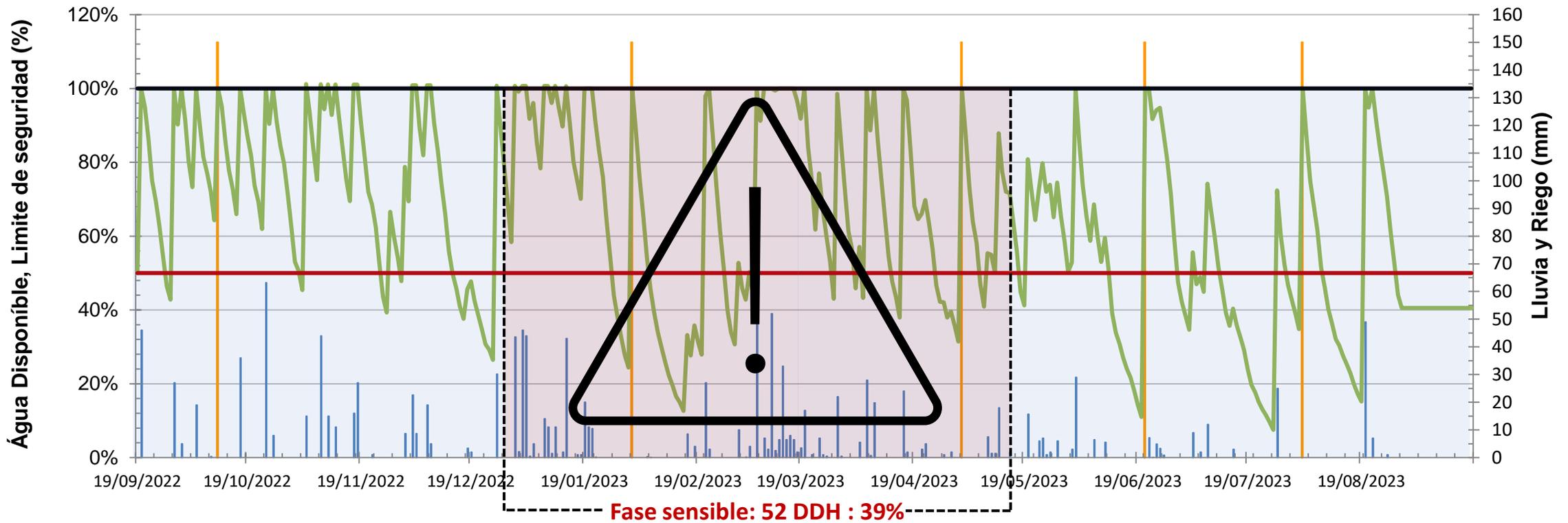
¿Qué sucede con mi balance hídrico cuando riego por goteo?





# Manejo del agua en el suelo con sistema de riego por goteo

¿Qué sucede con mi balance hídrico cuando riego por gravedad?



# Resultados relevantes a 2024

## Ahorros en un ciclo del cultivo

Programa de agronomía

Área de suelos y aguas

| Sistema de riego                            | Goteo            | Convencional    |
|---|------------------|-----------------|
| Área de riego (ha)                          | 1                | 1               |
| requerimiento de riego (mm)                 | 269              | 269             |
| Riego total (mm)                            | 290              | 593             |
| Eficiencia (%)                              | 93%              | 45%             |
| Valor del m3 (\$)                           | 150              | 150             |
| Costo del agua total usada (\$)             | \$ 43,550.10     | \$ 88,950.00    |
| Diferencia de costos de agua (\$)           | \$ 45,399.90     | \$ -            |
| Número de riegos totales ciclo              | 15               | 5               |
| Costo total riegos (\$)                     | \$ 909,627.00    | \$ 2,933,415.80 |
| Costo 1 riego 20 mm (\$ ha)                 | \$ 60,641.80     | \$ 586,683.16   |
| Costo x mm (\$ ha)                          | \$ 3,032         | \$ 4,947        |
| Diferencia de costos en riego - labor (\$)  | \$ 2,023,788.80  | \$ -            |
| Diferencia total de costos en riego (\$)    | \$ 2,069,188.70  | \$ -            |
| Porcentaje de ahorro total (%)              | 32%              | -               |
| productividad de Caña (t.ha <sup>-1</sup> ) | 140              | 120             |
| Ganancias en producción (\$)                | \$ 3,000,000.00  | \$ -            |
| Ganancias totales (\$)                      | \$ 5,069,188.70  | \$ -            |
| costos riego por goteo (\$)                 | \$ 17,000,000.00 | \$ -            |
| Tiempo para pagar (años)                    | 3.5              | \$ -            |



En general el riego por goteo reduce los costos operacionales de riego en un ciclo del cultivo y aumenta la producción.

# Recomendaciones



Programar los riegos usando balance hídrico o sensores de humedad



Caracterizar las propiedades físicas los suelos(LARAS)



Determinar el CU al inicio del ciclo.



Realizar los riegos em el momento adecuado y con la cantidad correcta



Realizar verificaciones en campo antes y después de cada riego.



Capacitar al personal de campo



Mantener registros, verificar y analizar datos de riegos





## El riego por goteo en el valle del río Cauca.

- Utiliza hasta un 50% menos agua que los sistemas tradicionales.
- Al proporcionar un suministro constante de agua y nutrientes, se aumenta la rentabilidad de los cultivos.
- El riego por goteo requiere menos mano de obra y es fácil de automatizar.
- Reduce el estrés hídrico que pueda presentar el cultivo por falta de agua.
- Brinda al productor la tranquilidad de saber que su inversión está protegida, reduciendo el estrés asociado a la gestión del riego.





# Sistemas de riego por goteo para el cultivo de la caña en el valle del rio cauca

[amarroyo@cenicana.org](mailto:amarroyo@cenicana.org)